

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re

U.S. Application of: Hironori SUMITOMO and Daisaku HORIE
For: OBJECT DETECTION APPARATUS, OBJECT
DETECTION METHOD AND RECORDING
MEDIUM
U.S. Serial No.: To Be Assigned
Confirmation No.: To Be Assigned
Filed: Concurrently
Group Art Unit: To Be Assigned
Examiner: To Be Assigned

MAIL STOP PATENT APPLICATION

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

EXPRESS MAIL MAILING LABEL NO.: EV 411784092 US
DATE OF DEPOSIT: FEBRUARY 12, 2004
I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the
United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee"
service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated above and is
addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, Commissioner for
Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

DERRICK T. GORDON

Name of Person Mailing Paper or Fee



Signature

February 12, 2004

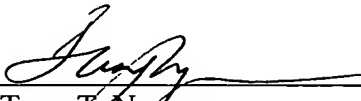
Date of Signature

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No.
2003-385846, filed November 14, 2003.

Priority benefit under 35 U.S.C. § 119/365 for the Japanese patent application is
claimed for the above-identified United States patent application.

Respectfully submitted,

By: 
Tung T. Nguyen
Reg. No. 42,935
Attorney for Applicants

TTN/llb

SIDLEY AUSTIN BROWN & WOOD LLP
717 N. Harwood, Suite 3400
Dallas, Texas 75201
Direct: (214) 981-3478
Main: (214) 981-3300
Facsimile: (214) 981-3400

February 12, 2004

DAI 284870v1



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 1 4 日
Date of Application:

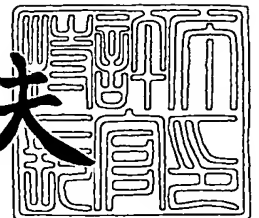
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 8 5 8 4 6
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 8 5 8 4 6]

出 願 人 コニカミノルタホールディングス株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 2 3 5 3

【書類名】 特許願
【整理番号】 TL04879
【提出日】 平成15年11月14日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06T 1/00
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセン
 ター株式会社内
 【氏名】 墨友 博則
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセン
 ター株式会社内
 【氏名】 保理江 大作
【特許出願人】
 【識別番号】 000001270
 【氏名又は名称】 コニカミノルタホールディングス株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100086933
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 久保 幸雄
 【電話番号】 06-6304-1590
【選任した代理人】
 【識別番号】 100125117
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂田 泰弘
 【電話番号】 06-6304-1590
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 010995
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0315879

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

画像の中から目標の物体を検出する物体検出装置であって、
前記物体のモデルの輪郭の一部または当該モデルの部位を表す 1 つまたは複数の開曲線からなるテンプレートを記憶するテンプレート記憶手段と、
検出の対象とする画像を入力する画像入力手段と、
入力された画像に対して前記テンプレートによる固定形状とのマッチング度を算出することによって、当該入力された画像の中から前記物体を検出する検出手段と、
を有することを特徴とする物体検出装置。

【請求項 2】

画像の中から目標の物体を検出する物体検出装置であって、
前記物体のモデルの輪郭の一部または当該モデルの部位を表す 1 つまたは複数の開曲線からなるテンプレートを記憶するテンプレート記憶手段と、
検出の対象とする画像を入力する画像入力手段と、
入力された画像のエッジ画像を生成するエッジ画像生成手段と、
生成された前記エッジ画像のそれぞれの位置に前記テンプレートを重ね合わせた際の、当該エッジ画像のエッジと当該テンプレートの前記 1 つまたは複数の開曲線とが重なった画素の個数の多さに基づいて、前記物体を検出する検出手段と、
を有することを特徴とする物体検出装置。

【請求項 3】

画像の中から目標の物体を検出する物体検出装置であって、
前記物体のモデルの輪郭の一部または当該モデルの部位を表す 1 つまたは複数の開曲線および当該モデルの所定の位置を示すポイントからなりかつ当該ポイントを中心に当該 1 つまたは複数の開曲線を半回転させてなるテンプレートを記憶するテンプレート記憶手段と、
検出の対象とする画像を入力する画像入力手段と、
入力された画像のエッジ画像を生成するエッジ画像生成手段と、
生成された前記エッジ画像と前記テンプレートとを、当該エッジ画像のエッジ上の画素と当該テンプレートの前記ポイントとが一致するように重ね合わせる、重ね合わせ手段と、
前記エッジ画像の画素ごとに、前記重ね合わせ手段によって当該エッジ画像のエッジ上の各画素について重ね合わせを行った際の前記テンプレートの前記 1 つまたは複数の開曲線と重なった回数をカウントする、カウント手段と、
前記カウント手段によってカウントされた前記回数に基づいて前記物体を検出する検出手段と、
を有することを特徴とする物体検出装置。

【請求項 4】

画像の中から目標の物体を検出する物体検出装置であって、
前記物体のモデルの輪郭の一部または当該モデルの部位を表す 1 つまたは複数の開曲線および当該 1 つまたは複数の開曲線を挟む複数の領域からなるテンプレートを記憶するテンプレート記憶手段と、
検出の対象とする画像を入力する画像入力手段と、
入力された画像の明度画像を生成する明度画像生成手段と、
生成された前記明度画像のそれぞれの位置に前記テンプレートを重ね合わせた際の、当該テンプレートの前記複数の領域と重なる当該明度画像の各画像領域の平均明度を算出する、平均明度算出手段と、
前記平均明度算出手段によって算出された、前記明度画像の前記各画像領域の前記平均明度に基づいて、前記物体を検出する検出手段と、
を有することを特徴とする物体検出装置。

【請求項 5】

前記物体は人であって、
前記テンプレートを構成する前記開曲線は、人の頭部の上半分の輪郭である、
請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の物体検出装置。

【請求項 6】

前記物体は人であって、
前記テンプレートを構成する前記開曲線は、人の両肩の輪郭である、
請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の物体検出装置。

【請求項 7】

画像に対してテンプレートによる固定形状とのマッチング度を算出することによって、
当該画像の中から目標の物体を検出する物体検出方法であって、

前記テンプレートとして、前記物体のモデルの輪郭の一部または当該モデルの部位を表す 1 つまたは複数の開曲線からなるテンプレートを使用する、

ことを特徴とする物体検出方法。

【請求項 8】

画像の中から前記マッチング度を算出するために使用されかつ前記物体のモデルの輪郭の一部または当該モデルの部位を表す 1 つまたは複数の開曲線からなるテンプレートを記録する、

ことを特徴とする記録媒体。

【書類名】明細書**【発明の名称】**物体検出装置、物体検出方法、および記録媒体**【技術分野】****【0001】**

本発明は、画像の中から目標の物体を検出する物体検出装置および方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、画像の中から目標の物体を検出するための様々な方法が提案されている。例えば、画像の中から人間の頭部を検出する方法として、特許文献1～3に記載されるような方法が提案されている。

【0003】

特許文献1に記載される方法によると、人間の頭部を楕円形と見立て、楕円テンプレートをを用いて、ハフ(Hough)変換の一種である投票処理(以下、「Hough変換法」と記載することがある。)によって画像の中から人間の頭部(楕円形状)を検出する。

【0004】

特許文献2に記載される方法によると、楕円形状の一部を重視したテンプレートをを用いて画像の中から頭部(楕円形状)を検出する。このようなテンプレートをを用いることによって、検出対象である頭部の一部にオクルージョンが生じている場合であっても、頭部(楕円形状)を検出することができる。

【0005】

特許文献3に記載される方法によると、人物の輪郭上の複数の点においてエッジの方向性を特徴量として算出し、これらの特徴量を総合評価することによって人体を検出する。

【0006】

しかし、特許文献1に記載される方法では、検出対象である頭部の一部にオクルージョンが生じている場合には、頭部を上手く検出することができないことが多い。つまり、このような場合には、頭部の検出精度が低下する。

【0007】

特許文献2に記載される方法では、上述の通りオクルージョンが生じている場合であっても頭部を検出することができるが、テンプレートが複雑であるために、処理時間が掛かる。

【0008】

特許文献3に記載される方法では、互いに異なる方向性を示す複数のエッジが必要であり、やはり、処理時間が掛かってしまう。

【特許文献1】特開2001-222719号公報

【特許文献2】特開平9-35069号公報

【特許文献3】特開2001-175868号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0009】**

本発明は、上記の問題点に鑑み、画像の中から目標の物体を従来よりも確実にかつ高速に検出することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0010】**

本発明に係る物体検出装置は、画像の中から目標の物体を検出する物体検出装置であって、前記物体のモデルの輪郭の一部または当該モデルの部位を表す1つまたは複数の開曲線からなるテンプレートを記憶するテンプレート記憶手段と、検出の対象とする画像を入力する画像入力手段と、入力された画像に対して前記テンプレートによる固定形状とのマッチング度を算出することによって、当該入力された画像の中から前記物体を検出する検出手段と、を有することを特徴とする。

【0011】

または、入力された画像のエッジ画像を生成するエッジ画像生成手段と、生成された前記エッジ画像のそれぞれの位置に前記テンプレートを重ね合わせた際の、当該エッジ画像のエッジと当該テンプレートの前記1つまたは複数の開曲線とが重なった画素の個数の多さに基づいて、前記物体を検出する検出手段と、を有する。

【0012】

または、前記物体のモデルの輪郭の一部または当該モデルの部位を表す1つまたは複数の開曲線および当該モデルの所定の位置を示すポイントからなりかつ当該ポイントを中心に当該1つまたは複数の開曲線を半回転させてなるテンプレートを用いてHough変換法によって前記物体を検出する。

【0013】

テンプレートとして、特に、形状が特徴的であり、物体全体に対するサイズが小さく、かつ動作中の形状の変動の小さい部分の固定形状を用いるのが望ましい。例えば、検出の目標物が歩いている人である場合は、頭部の上半分、肩、顎、耳、または股下、目、眉毛、鼻、または口などの輪郭または形状をしたテンプレートを用いるのが望ましい。または、左右の肩をそれぞれ表す2本の線からなるテンプレートまたは鼻および左右の耳をそれぞれ表す3本の線からなるテンプレートのように、複数の線からなるテンプレートを用いてもよい。オクルージョンが生じるような状況でも、物体の特徴が表れるものが望ましい。

【発明の効果】

【0014】

本発明によると、画像の中から目標の物体を従来よりも確実にかつ高速に検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

〔第一の実施形態〕

図1は監視システム100の全体的な構成の例を示す図、図2は人体検出装置1のハードウェア構成の例を示す図、図3は人体検出装置1の機能的構成の例を示す図、図4はビデオカメラ2で撮影して得られた画像Gの例を示す図、図5はテンプレートTP1、TP2の例を示す図、図6はテンプレートTP1、TP2の作成方法の例を説明する図、図7は頭部位置検出部103の構成の例を示す図、図8は上半身画像GKの例を示す図、図9はエッジ画像作成処理の流れの例を説明するフローチャート、図10はSOBELフィルタについて説明する図、図11はエッジ画像GEの例を示す図、図12はテンプレートマッチング処理の流れの例を説明するフローチャート、図13は2人の歩行者Hが写っている場合のエッジ画像GEおよび検出された頭部の位置の例を示す図である。

【0016】

図1に示すように、監視システム100は、本発明に係る人体検出装置1、ビデオカメラ2、および通信回線3などによって構成される。人体検出装置1とビデオカメラ2とは、通信回線3を介して互いに接続されている。通信回線3として、LAN、公衆回線、専用線、またはインターネットなどが用いられる。

【0017】

ビデオカメラ2は、CCDなどのイメージセンサ、光学系、外部の装置とデータの送受信を行うためのインタフェース、および制御用回路などを備えており、撮影によって得られた画像を画像データ70として人体検出装置1に送信する。

【0018】

このビデオカメラ2は、店舗、地下街、ビル、またはイベント会場などの施設の通路または出入口、繁華街、または銀行のATMコーナなどのように、人が通行しまたは訪れる場所の天井などに設置される。以下、ビデオカメラ2が施設の通路STに設置され、その通路STの様子を監視するために使用される場合を例に説明する。

【0019】

人体検出装置1は、図2に示すように、CPU1a、RAM1b、ROM1c、磁気記

憶装置（ハードディスク）1 d、通信インタフェース 1 e、表示装置 1 f、およびマウスまたはキーボードなどの入力装置 1 g などによって構成される。

【0020】

磁気記憶装置 1 d には、図 3 に示すような画像データ受信部 1 0 1、テンプレート記憶部 1 0 2、頭部位置検出部 1 0 3、頭部画像表示部 1 0 4、および頭部画像保存部 1 0 5 などの機能を実現するためのプログラムおよびデータがインストールされている。これらのプログラムおよびデータは必要に応じて RAM 1 b にロードされ、CPU 1 a によってプログラムが実行される。

【0021】

この人体検出装置 1 は、施設の管理室などに設置されており、警備員が管理室に居ながら通路 S T の様子を監視するために使用される。また、ビデオカメラ 2 によって撮影された画像に写っている通行人の頭部を検出し、頭部を拡大表示しまたは頭部の画像（映像）を保存しておくことができる。人体検出装置 1 として、ワークステーションまたはパーソナルコンピュータなどが用いられる。

【0022】

以下、ビデオカメラ 2 で撮影された画像から歩行者の頭部を検出する際の、図 3 に示す人体検出装置 1 の各部の処理内容などについて説明する。

【0023】

画像データ受信部 1 0 1 は、ビデオカメラ 2 から送信されてきた画像データ 7 0 を受信する。これにより、ビデオカメラ 2 の撮影速度に応じたフレーム数（コマ数）の、図 4 に示すような画像 G（映像）が得られる。

【0024】

テンプレート記憶部 1 0 2 は、画像 G に写っている歩行者 H の頭部の位置を検出するために使用する、図 5 に示すようなテンプレート T P を記憶する。図 5（a）のテンプレート T P 1 は人の頭部の上半分の形状（半楕円形）をしたテンプレートであり、図 5（b）のテンプレート T P 2 は人の両肩の形状をしたテンプレートである。これらのテンプレート T P は、例えば、次のようにして作成される。

【0025】

まず、通路 S T の基準位置 L 1（図 1 参照）にモデルとなる人を立たせ、ビデオカメラ 2 によって撮影を行う。モデルとなる人は、標準的な体型であることが望ましい。図 6（a）に示すように、撮影によって得られた画像の中のモデルの輪郭部分に注目する。

【0026】

輪郭部分の中から頭部の上半分を示す 1 本の開曲線および両肩を示す 2 本の開曲線をそれぞれエッジ E G 1、E G 2（以下、「エッジ E G」と総称することがある。）として抽出する。この際に、エッジ E G 1、E G 2 から離れた所定の位置をそれぞれ基準点 C T 1、C T 2 として定めておき、この基準点 C T 1、C T 2 もエッジ E G 1、E G 2 とともに抽出する。これにより、図 6（b）（c）に示すようなテンプレート画像が得られる。なお、基準点 C T 1、C T 2 をそれぞれエッジ E G 1、E G 2 上の所定の位置に定めてもよい。

【0027】

また、テンプレート T P には、そのテンプレート T P の基準点からモデルの頭部の中心 C T 0 までのベクトルを示す位置関係情報 S I が対応付けられている。テンプレート T P 2 の位置関係情報 S I は、図 6（a）に示すベクトル $\alpha 2$ となる。テンプレート T P 1 の位置関係情報 S I は、中心 C T 0 と基準点 C T 1 とが重なっているので、0 ベクトルとなる。位置関係情報 S I は、後に説明するテンプレートマッチングの際に位置のずれを直すため（オフセット（H O F F S E T または V O F F S E T）の調整のため）に用いられる。このようにして、テンプレート T P 1、T P 2 が作成される。

【0028】

図 3 に戻って、頭部位置検出部 1 0 3 は、図 7 に示すように、上半身画像抽出部 2 0 1、エッジ画像生成部 2 0 2、および中心探索部 2 0 3 などによって構成される。このよう

な構成により、通路 S T を通行する歩行者 H の頭部の位置を求める処理を行う。

【0029】

上半身画像抽出部 201 は、画像データ受信部 101 によって得られた画像 G から歩行者 H の上半身が写っていると想定される所定の画像領域（図 4 の点線で囲んだ領域）を抽出し、抽出した上半身の画像領域を所定の倍率で拡大する。これにより、図 8 に示すように、通路 S T を通行している歩行者 H の上半身画像 G K が得られる。

【0030】

エッジ画像生成部 202 は、図 9 に示すような手順で、上半身画像抽出部 201 で得られた上半身画像 G K のエッジ画像（輪郭画像）を生成する。

【0031】

図 9 に示すように、まず、その上半身画像 G K およびそれより前の時刻の上半身画像 G K' についてそれぞれ明度画像（濃淡画像）を生成する（#101）。これら 2 つの明度画像の互いに対応する画素同士の差分（フレーム差分）を求める。つまり、時間差分を求め、時間差分画像を生成する（#102）。これと並行してまたは前後して、上半身画像 G K の明度画像の中の、明度の変化の強さ（エッジの強さ）を示す空間差分画像を生成する（#103）。空間差分画像は、明度画像の各画素 P_{ij} およびその周辺の画素 P について、図 10 に示すように、上半身画像 G K に対し、水平 S O B E L フィルタおよび垂直 S O B E L フィルタをそれぞれ掛け、得られた画像 F_{sh} および F_{sv} を下記の（1）式に代入することによって求められる。

【0032】

【数 1】

$$E = \sqrt{F_{sh}^2 + F_{sv}^2} \quad \dots\dots (1)$$

【0033】

ただし、 F_{sh} は水平 S O B E L フィルタによる出力結果であり、 F_{sv} は垂直 S O B E L フィルタによる出力結果である。

【0034】

ステップ #102、#103 でそれぞれ求められた時間差分画像および空間差分画像の互いに対応する画素同士の論理積を算出する（#104）。これにより、図 11 に示すような上半身画像 G K のエッジ画像 G E が生成される。なお、図 11 および後に説明する各図のエッジ画像 G E は、見やすくするために、白黒を反転させている。

【0035】

図 7 に戻って、中心探索部 203 は、テンプレート T P によるテンプレートマッチングを行うことによって、歩行者 H の頭部の中心を探索する。係る探索は、図 12 に示すような手順で行われる。ここでは、図 5（a）のテンプレート T P 1 を使用する場合を例に説明する。

【0036】

図 12 に示すように、カウンタを「0」にリセットする（#112）。図 5（a）のテンプレート T P 1 の点 A P 1 と図 11 のエッジ画像 G E のいずれかの隅の画素（例えば左上の隅の画素）とが一致するように、テンプレート T P 1 をエッジ画像 G E に重ね合わせる。エッジ画像 G E のエッジ R N（輪郭線）とテンプレート T P 1 のエッジ E G とが重なる画素（マッチング対象画素）の個数をカウントし、カウンタに代入する（#113）。

【0037】

カウンタの値が閾値を超えた場合は（#114 で Y e s）、テンプレート T P 1 の基準点 C T 1 と重なったエッジ画像 G E の画素を、歩行者 H の頭部の中心または中心付近であると判別する（#115）。

【0038】

ステップ #112 に戻って、エッジ画像 G E に重ねられたテンプレート T P 1 を 1 画素分ずつスライドさせながら、エッジ画像 G E 全体について上記のステップ #112～#115 の処理を順次実行する（#111 で N o）。

【0039】

このようにして、歩行者Hの頭部の位置を見つけることができる。なお、図13に示すような前後に並んで歩いている歩行者Hが2人写っているエッジ画像GEに対して図12の処理を実行すると、図13の中に黒点で示すように、歩行者Hの頭部の位置が2箇所見つけられる。

【0040】

また、図5(b)のテンプレートTP2を使用してテンプレートマッチングを行う場合は、図12のステップ#115において頭部の中心を求める際に、位置関係情報SIが適用される。すなわち、カウンタの値が閾値を超えた場合に(#114でYes)、テンプレートTP2の基準点CT2と重なったエッジ画像GEの画素を見つける。この画素は、胸の中心(両肩の中間)辺りの位置を指している。そこで、この画素から位置関係情報SIに示されるベクトル α 2だけ移動した位置(画素)を、歩行者Hの頭部の中心または中心付近の位置であると判別する。

【0041】

図3に戻って、頭部画像表示部104は、頭部位置検出部103による検出(探索)結果に基づいて、画像Gより歩行者Hの頭部の領域を抽出して拡大し、これを拡大画像として表示装置1f(図2参照)に表示する。これにより、監視員は、歩行者Hを容易に特定することができる。また、頭部画像保存部105は、歩行者Hの頭部の拡大画像を磁気記憶装置1dまたは外部の記録媒体(DVD-ROM、MO、CD-Rなど)に保存(録画)する。

【0042】

図14は第一の実施形態における人体検出装置1の処理の流れの例を説明するフローチャート、図15は頭部検出処理の流れの例を説明するフローチャートである。次に、通路STの監視を行う際の人体検出装置1の処理の流れを、フローチャートを参照して説明する。

【0043】

図14に示すように、通路STの監視を開始すると、人体検出装置1は、まず、時刻T=T0におけるビデオカメラ2のフレーム画像(画像G)を入力し(#11)、その画像の明度画像を作成する(#12)。

【0044】

次の時刻(例えば撮影速度が毎秒30フレームであれば1/30秒後)の画像Gを入力し(#14)、その画像Gから歩行者Hの頭部を検出する処理を行う(#15)。すなわち、図15に示すように、その画像Gに写っている歩行者Hの輪郭(エッジ)を抽出してエッジ画像GEを生成し(#21)、そのエッジ画像GEに対してテンプレートマッチングを行う(#22)。エッジ画像GEを生成する手順およびテンプレートマッチングの手順は、それぞれ、図9および図12で説明した通りである。

【0045】

このようにテンプレートマッチングを行った結果、画像Gのいずれの位置に歩行者Hが写っているのかが検出される。なお、画像Gに歩行者Hが写っていない場合は、エッジ画像GEは得られない(真っ黒な画像になる)ので、当然、テンプレートマッチングを行っても歩行者Hは検出されない。

【0046】

以下、ビデオカメラ2によって画像Gが入力されるごとに、順次、ステップ#14、#15の処理を繰り返す(#13でNo)。このようにして、通路STを通行する歩行者Hの頭部を捉えることができる。

[第二の実施形態]

図16は第二の実施形態における人体検出装置1Bの機能的構成の例を示す図、図17は第二の実施形態におけるテンプレートTP1k、TP2kの例を示す図、図18は頭部位置検出部123の構成の例を示す図、図19は投票処理の流れの例を説明するフローチャート、図20は投票処理の際のテンプレートとのマッチングの方法を説明する図、図2

1は投票処理を行ったときのエッジ画像GEとテンプレート画像との重なりを示す図、図22は得票数を表した濃淡画像の例を示す図、図23は2人の歩行者Hが写っている場合のエッジ画像GEに対するテンプレートとのマッチングの例を示す図、図24は図17(b)のテンプレートTP2kを使用した場合のマッチングの例を示す図である。

【0047】

第一の実施形態では、テンプレートTPのエッジEG(図5参照)とエッジ画像GEのエッジRN(図11参照)との交点の数に基づいて歩行者Hの頭部の検出した。第二の実施形態では、Hough変換法(投票処理)を用いて歩行者Hの頭部を検出する。

【0048】

第二の実施形態における監視システム100の全体構成および人体検出装置1Bのハードウェア構成は、第一の実施形態の場合と同様である(図1、図2参照)。ただし、人体検出装置1Bの磁気記憶装置1dには、図16に示す画像データ受信部121、テンプレート記憶部122、頭部位置検出部123、頭部画像表示部124、および頭部画像保存部125などの機能を実現するためのプログラムおよびデータがインストールされている。以下、第一の実施形態の場合と異なる機能および処理内容などを中心に説明する。第一の実施形態の場合と同様の機能および処理内容については、説明を省略する。

【0049】

画像データ受信部121は、第一の実施形態の画像データ受信部101(図3参照)と同様に、図4に示すような画像Gのデータ(画像データ70)を受信する。テンプレート記憶部122は、図17に示すようなテンプレートTP(TP1k、TP2k)を記憶する。テンプレートTP1k、TP2kは、それぞれ、図5のテンプレートTP1、TP2を、基準点CT1、CT2を中心に半回転(180度回転)させることによって作成される。位置関係情報SIは第一の実施形態のものがそのまま用いられる。

【0050】

頭部位置検出部123は、図18に示すように、上半身画像抽出部301、エッジ画像生成部302、投票処理部303、および中心決定部304などによって構成され、通路STを通行する歩行者Hの頭部の位置を求める処理を行う。

【0051】

上半身画像抽出部301およびエッジ画像生成部302は、図7に示す第一の実施形態の上半身画像抽出部201およびエッジ画像生成部202と同様の処理を行い、図11に示すようなエッジ画像GEを生成する。

【0052】

投票処理部303は、図19に示すような手順で投票処理を実行することにより、エッジ画像GEの各画素について歩行者Hの頭部の中心らしさを示す度合い(以下、「中心度」と記載する。)を求める。ここでは、図17(a)のテンプレートTP1kを使用する場合を例に説明する。

【0053】

図19に示すように、まず、エッジ画像GEの各画素にそれぞれカウンタを設定し、すべてのカウンタを「0」にリセットしておく(#121)。

【0054】

図20(a)に示すように、エッジ画像GEのエッジRN(輪郭線)上の任意の1つの画素に注目し(以下、注目した画素を「注目画素」と記載する。)、注目画素とテンプレートTP1kの基準点CT1とが一致するように、エッジ画像GEの上にテンプレートTP1kのテンプレート画像を重ねる(#122、#123)。

【0055】

このときにテンプレートTP1kのエッジEG1と重なったエッジ画像GEの画素に1票を投じる(#124)。つまり、図20(b)の拡大図において斜線で示す画素のカウンタに「1」を加算する。なお、図20(b)において、太枠の正方形はエッジ画像GEのエッジRN上の画素を示し、黒く塗りつぶした正方形は注目画素を示し、斜線で塗りつぶした正方形はテンプレートTP1kのエッジEG1が重なった画素つまり1票が投じら

れた画素を示している。

【0056】

他のエッジRN上の画素についても順に注目し（#126）、図21に示すようにテンプレートTP1kを重ね合わせ（#123）、カウント（投票）を行う（#124）。そして、すべてのエッジRN上の画素についてステップ#123、#124の処理が終了したときに（#125でYes）、中心度に関する投票を終了する。

【0057】

図18に戻って、中心決定部304は、投票処理部303による投票結果に基づいて歩行者Hの頭部の中心を次のようにして決定する。すなわち、まず、図22に示すように、エッジ画像GEの各画素に、その得票数に応じて濃淡を付ける。本実施形態では、得票数が多いほど濃く（黒く）なるようにしている。そして、このときに現れる濃い部分のピーク（頂上）の画素を歩行者Hの頭部の中心であると決定する。

【0058】

以上のようにして、歩行者Hの頭部の位置を見つけることができる。なお、図23（a）に示すような前後に並んで歩いている歩行者Hが2人写っているエッジ画像GEに対して図19の投票処理を実行し（図23（b））、得票数に応じて各画素を濃淡で表すと、図23（c）に示すようにピーク（頂上）が2つ求められる。つまり、2人分の歩行者Hの頭部の位置が検出される。

【0059】

図17（b）に示すテンプレートTP2kを使用する場合も、上に説明した手順で図24に示すように投票処理を実行すればよい。ただし、歩行者Hの頭部の中心は、最も多くの表が投じられた画素から位置関係情報SIに示されるベクトル α_2 （図6（a）参照）だけ移動した位置とする。移動しない場合は、歩行者Hの胸の中心（両肩の中間位置）が検出されることになる。

【0060】

図16に戻って、頭部画像表示部124および頭部画像保存部125は、それぞれ、第一の実施形態の頭部画像表示部104および頭部画像保存部105と同様の処理を実行する。つまり、歩行者Hの頭部の拡大画像を表示装置1f（図2参照）に表示し、磁気記憶装置1dまたは外部の記録媒体などに保存（録画）する。

【0061】

図25は第二の実施形態における頭部検出処理の例を説明するフローチャートである。次に、第二の実施形態における、通路STの監視を行う際の人体検出装置1Bの処理の流れを説明する。

【0062】

第二の実施形態における歩行者の監視中の処理の手順は、図14に示す第一の実施形態の処理の手順と基本的に同じである。ただし、ステップ#15の頭部検出処理の手順が第一の実施形態の場合と異なる。

【0063】

人体検出装置1Bは、通路STの監視を開始すると、初期フレーム画像の入力および明度画像の生成などを行う（図14の#11、#12）。ビデオカメラ2によって撮影される画像G（フレーム画像）を順次入力し、これに基づいて頭部検出処理を実行する（図14の#13でYes、#14、#15）。

【0064】

頭部検出処理は、図25に示す手順で行われる。すなわち、入力された画像Gおよびその前の時刻の画像Gを用いてエッジ画像GEを生成し（#31）、そのエッジ画像GEの各画素に対して頭部の中心度の投票を行う（#32）。そして、得票数に応じて図22または図23（c）のような濃淡画像を生成し、ピーク（頂点）となる画素を頭部の中心に決定（選択）する（#33）。ただし、図17（b）のテンプレートTP2kを使用した場合は、位置関係情報SIに応じて位置調整を行う。ステップ#31、#32の処理の詳細は、それぞれ図9、図19で説明した通りである。

〔第三の実施形態〕

図26は第三の実施形態における人体検出装置1Cの機能的構成の例を示す図、図27は背景差分画像GZの生成方法の例を説明する図、図28は第三の実施形態におけるテンプレートTP5の例を示す図、図29は第三の実施形態における頭部位置検出部133の構成の例を示す図、図30は背景差分画像作成処理の流れの例を説明するフローチャート、図31は第三の実施形態におけるテンプレートマッチング処理の流れの例を説明するフローチャート、図32は第三の実施形態におけるテンプレートマッチングの経過の例を示す図である。

【0065】

第一および第二の実施形態ではエッジ画像に対してテンプレートマッチングの処理を行ったが、第三の実施形態では明度画像に対してテンプレートマッチングの処理を行う。

【0066】

第三の実施形態における監視システム100の全体構成および人体検出装置1Cのハードウェア構成は、第一の実施形態の場合と同様である（図1、図2参照）。ただし、人体検出装置1Cの磁気記憶装置1dには、図26に示す画像データ受信部131、テンプレート記憶部132、頭部位置検出部133、頭部画像表示部134、および頭部画像保存部135などの機能を実現するためのプログラムおよびデータがインストールされている。以下、第一または第二の実施形態の場合と異なる機能および処理内容などを中心に説明する。第一または第二の実施形態の場合と同様の機能および処理内容については、説明を省略する。

【0067】

図26の画像データ受信部131は、第一の実施形態の画像データ受信部101（図3参照）と同様に、ビデオカメラ2によって撮影される図27（a）（b）に示すような画像Gのデータ（画像データ70）を受信する。テンプレート記憶部132は、図28に示すようなテンプレートTP5を記憶する。領域RY1、RY3の境界にある円弧CK1、領域RY2、RY4の境界にある円弧CK2、およびこれらの2つの円弧CK1、CK2同士の距離は、標準的な体型のモデルの両肩をビデオカメラ2で撮影し、その両肩の画像を参照することによって、定められる。また、第一および第二の実施形態のテンプレートTPと同様に、テンプレート画像の基準点CT5から頭部の中心CT0（図6（a）参照）までのベクトルを示す位置関係情報SIが対応付けられている。

【0068】

頭部位置検出部133は、図29に示すような明度画像生成部401、背景基準画像記憶部402、背景差分算出部403、および頭部位置検出部404などによって構成され、歩行者Hの頭部の位置を求める処理を行う。

【0069】

明度画像生成部401および背景差分算出部403は、図30に示す手順で処理を行う。明度画像生成部401は、画像データ受信部131によって取得される画像Gの明度画像を生成する（図30の#141）。生成された明度画像のうち、歩行者Hが写っていない背景だけの画像を背景基準画像GHとする。

【0070】

背景差分算出部403は、頭部を検出したい画像G（図27（a））の明度画像と背景基準画像GHとの差分を算出することによって、図27（c）に示すような、背景部分を除去した背景差分画像GZを生成する（#142）。なお、背景部分は実際には黒くなるが、図27（c）では見やすくするために背景部分を白く表している。

【0071】

背景基準画像記憶部402は、背景基準画像GHを記憶する。背景基準画像GHは適宜更新する。頭部位置検出部404は、背景差分画像GZに対して図31に示す手順でテンプレートマッチングを行うことによって、画像Gに写っている歩行者Hの頭部の位置を検出する。

【0072】

すなわち、図 3 1 に示すように、まず、カウンタを「0」にリセットしておく（# 1 3 2）。テンプレート T P 5 の点 A P 5 と背景差分画像 G Z のいずれかの隅の画素（例えば左上の隅の画素）とが一致するように、テンプレート T P 5 を背景差分画像 G Z に重ね合わせる。このときに、背景差分画像 G Z のうちの、テンプレート T P 5 の領域 R Y 1 ~ R Y 4 と重なったそれぞれの部分の平均明度を算出する（# 1 3 3）。

【0073】

そして、テンプレート T P 5 の円弧 C K 1、C K 2 と重なった背景差分画像 G Z の部分に歩行者 H の両肩がある蓋然性、すなわち、テンプレート T P 5 に示す両肩の形状と背景差分画像 G Z のその部分との類似度を算出する（# 1 3 4）。もしも、その部分に歩行者 H の両肩が写っているとすれば、ステップ # 1 3 3 で算出した領域 R Y 1 ~ R Y 4 と重なる部分の平均明度の関係は、次のようになるはずである。

(A) 領域 R Y 1 と重なる部分の平均明度 M d 1 と領域 R Y 2 と重なる部分の平均明度 M d 2 との差は小さい。

(B) 領域 R Y 1 と重なる部分の平均明度 M d 1 のほうが領域 R Y 3 と重なる部分の平均明度 M d 3 よりもかなり大きい。

(C) 領域 R Y 2 と重なる部分の平均明度 M d 2 のほうが領域 R Y 4 と重なる部分の平均明度 M d 4 よりもかなり大きい。

【0074】

そこで、次の (2) 式に基づいて類似度を算出し、算出結果をカウンタに代入する（# 1 3 5）。

$$\text{類似度} = \text{value A} + \text{value B} + \text{value C} \quad \cdots \cdots (2)$$

ただし、

$$\text{value A} = 255 - |M d 1 - M d 2|$$

$$\text{value B} = M d 1 - M d 3$$

$$\text{value C} = M d 2 - M d 4$$

である。また、類似度は 8 ビットつまり 256 階調で表される。

【0075】

カウンタ（類似度）の値が閾値よりも大きい場合は（# 1 3 5 で Y e s）、テンプレート T P 5 と重なった位置に歩行者 H の両肩が写っていると判別する。そして、基準点 C T 5 と重なった背景差分画像 G Z の画素から位置関係情報 S I に示されるベクトル α 5 だけ移動した位置を、歩行者 H の頭部の中心の位置と判別する（# 1 3 6）。

【0076】

ステップ # 1 3 1 に戻って、図 3 2 に示すように、背景差分画像 G Z に重ねられたテンプレート T P 5 を 1 画素分ずつスライドさせながら、背景差分画像 G Z 全体について上記のステップ # 1 3 2 ~ # 1 3 6 の処理を順次実行する（# 1 3 1 で N o）。

【0077】

図 2 6 に戻って、頭部画像表示部 1 3 4 および頭部画像保存部 1 3 5 は、それぞれ、第一の実施形態の頭部画像表示部 1 0 4 および頭部画像保存部 1 0 5 などと同様の処理を行う。つまり、歩行者 H の頭部の拡大画像を表示装置 1 f（図 2 参照）に表示し、磁気記憶装置 1 d または外部の記録媒体などに保存（録画）する。

【0078】

図 3 3 は第三の実施形態における人体検出装置 1 C の処理の流れの例を説明するフローチャート、図 3 4 は第三の実施形態における頭部検出処理の流れの例を説明するフローチャートである。次に、第三の実施形態における、通路 S T の監視を行う際の人体検出装置 1 C の処理の流れを、フローチャートを参照して説明する。

【0079】

図 3 3 に示すように、通路 S T の監視を開始すると、人体検出装置 1 C は、まず、ビデオカメラ 2 より歩行者 H の写っていないフレーム画像（画像 G）を入力し（# 4 1）、その画像の明度画像（背景基準画像 G H）を作成しておく（# 4 2）。次の時刻の画像 G を

入力し（＃４４）、その画像Gから歩行者Hの頭部を検出する処理を行う（＃４５）。

【0080】

すなわち、図34に示すように、入力された画像Gの背景差分画像GZを生成し（＃５１）、その背景差分画像GZに対してテンプレートマッチングを行う（＃５２）。背景差分画像GZを生成する手順およびテンプレートマッチングの手順は、それぞれ、前に図30および図31で説明した通りである。

【0081】

以下、ビデオカメラ2によって画像Gが撮影されるごとに、順次、ステップ＃４４、＃４５の処理を繰り返す（＃４３でNo）。このようにして、ビデオカメラ2によって撮影される画像（映像）から歩行者Hの頭部の位置が検出される。

【0082】

第一ないし第三の実施形態によると、頭部の上半分または両肩のテンプレートTPを用いてテンプレートマッチングを行うことにより、ビデオカメラ2の前を通行する歩行者Hを従来よりも確実に検出することができる。すなわち、例えば、図13に示したように、歩行者の身体の一部が他の歩行者や物体に隠れている場合（オクルージョンが発生している場合）であっても、その歩行者を検出することができる。しかも、頭部の上半分または両肩のような小さいテンプレートTPを用いてテンプレートマッチングを行うので、処理が高速である。

【0083】

また、歩いている場合であっても動き（形状の変化）の少ない部位のテンプレートTPを使用しているので、歩行者がビデオカメラ2に対して斜めに向いている場合であっても、その歩行者を従来よりも確実に検出することができる。

【0084】

時間差分画像および空間差分画像を生成する際および頭部の中心を検出する際に用いられる閾値、図10のSOBELフィルタ、または（１）式または（２）式の係数または定数などは、経験的に得られまたは実験によって得られた値としてもよいし、入力される画像Gごとに適宜動的に算出するようにしてもよい。歩行者Hの頭部の中心の位置を検出する代わりに胸または腹の中心の位置などを検出してもよい。

【0085】

第一および第二の実施形態では、SOBELフィルタを用いてエッジ画像を生成したが、他の方法で生成してもよい。例えば、２次微分やブロックマッチングなどを用いて生成してもよい。

【0086】

第一ないし第三の実施形態では、頭部の上半分または肩の形状をしたテンプレートTPを用いてテンプレートマッチングを行ったが、これ以外のテンプレートTPを用いてもよい。例えば、顎、耳、または股下などのような人の身体の輪郭の一部または目、眉毛、鼻、または口などのような身体の部位のテンプレートを作成しておき、テンプレートマッチングのために用いてもよい。

【0087】

本発明に係る人体検出装置1、1B、1Cを使用して、人間の人体以外のもの、例えば、動物の身体または自動車やオートバイなどの物体を検出することも可能である。

【0088】

テンプレートTPをMO、CD-R、DVD-ROM、ハードディスク、またはフロッピーディスクなどの記録媒体に記録しておき、他の人体検出装置1にも提供できるようにしてもよい。

【0089】

その他、監視システム100、人体検出装置1、ビデオカメラ2の全体または各部の構成、人体の検出方法、処理内容、処理順序などは、本発明の趣旨に沿って適宜変更することができる。

【産業上の利用可能性】

【0090】

本発明によると、所定の場所を通過する歩行者をより正確に計数するためや、その歩行者の頭部（顔）をより正確にかつ短時間で検出して拡大表示または頭部の画像（顔画像）を保存するために用いることができる。よって、本発明は、特に、施設のセキュリティ管理のためなどに好適に用いられる。

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図1】 監視システムの全体的な構成の例を示す図である。

【図2】 人体検出装置のハードウェア構成の例を示す図である。

【図3】 人体検出装置の機能的構成の例を示す図である。

【図4】 ビデオカメラで撮影して得られた画像の例を示す図である。

【図5】 テンプレートの例を示す図である。

【図6】 テンプレートの作成方法の例を説明する図である。

【図7】 頭部位置検出部の構成の例を示す図である。

【図8】 上半身画像の例を示す図である。

【図9】 エッジ画像作成処理の流れの例を説明するフローチャートである。

【図10】 SOBELフィルタについて説明する図である。

【図11】 エッジ画像の例を示す図である。

【図12】 テンプレートマッチング処理の流れの例を説明するフローチャートである。

【図13】 2人の歩行者が写っている場合のエッジ画像および検出された頭部の位置の例を示す図である。

【図14】 第一の実施形態における人体検出装置の処理の流れの例を説明するフローチャートである。

【図15】 頭部検出処理の流れの例を説明するフローチャートである。

【図16】 第二の実施形態における人体検出装置の機能的構成の例を示す図である。

【図17】 第二の実施形態におけるテンプレートの例を示す図である。

【図18】 頭部位置検出部の構成の例を示す図である。

【図19】 投票処理の流れの例を説明するフローチャートである。

【図20】 投票処理の際のテンプレートとのマッチングの方法を説明する図である。

【図21】 投票処理を行ったときのエッジ画像とテンプレート画像との重なりを示す図である。

【図22】 得票数を表した濃淡画像の例を示す図である。

【図23】 2人の歩行者が写っている場合のエッジ画像に対するテンプレートとのマッチングの例を示す図である。

【図24】 図17（b）のテンプレートを使用した場合のテンプレートとのマッチングの例を示す図である。

【図25】 第二の実施形態における頭部検出処理の例を説明するフローチャートである。

【図26】 第三の実施形態における人体検出装置の機能的構成の例を示す図である。

【図27】 背景差分画像の生成方法の例を説明する図である。

【図28】 第三の実施形態におけるテンプレートの例を示す図である。

【図29】 第三の実施形態における頭部位置検出部の構成の例を示す図である。

【図30】 背景差分画像作成処理の流れの例を説明するフローチャートである。

【図31】 第三の実施形態におけるテンプレートマッチング処理の流れの例を説明するフローチャートである。

【図32】 第三の実施形態におけるテンプレートマッチングの経過の例を示す図である。

【図33】 第三の実施形態における人体検出装置の処理の流れの例を説明するフローチャートである。

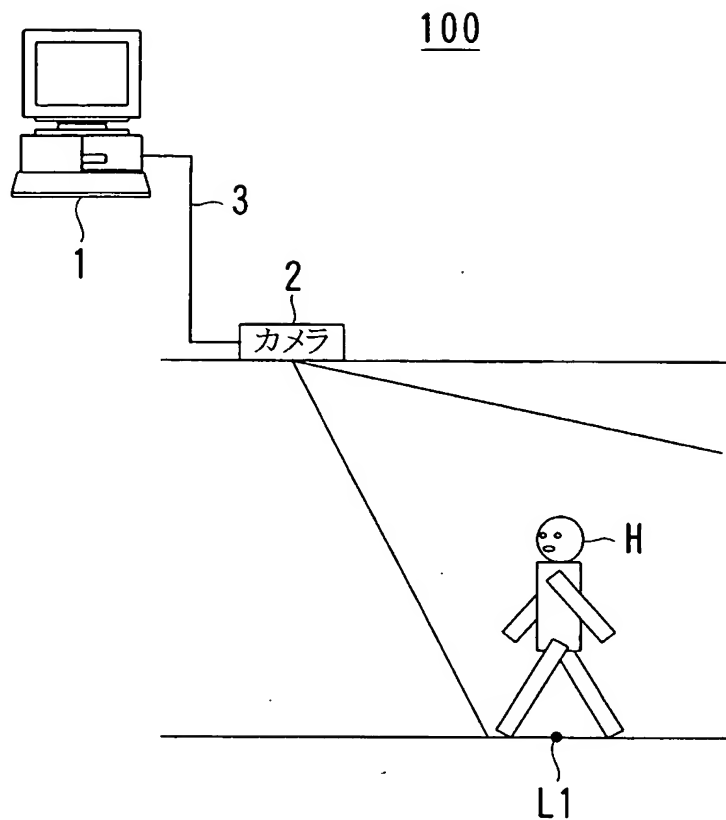
【図 3 4】 第三の実施形態における頭部検出処理の流れの例を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

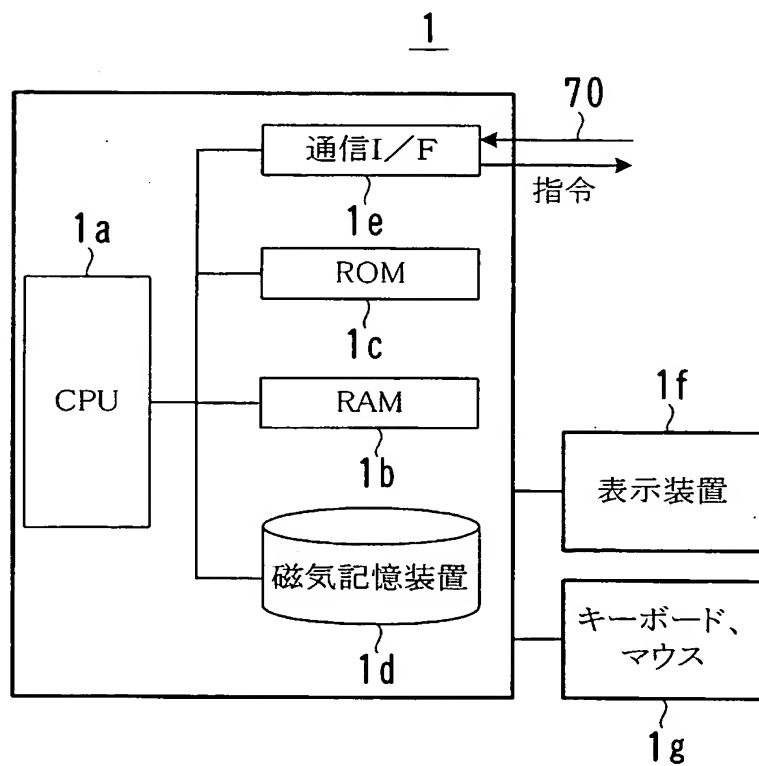
【 0 0 9 2 】

1、1 B、1 C 人体検出装置（物体検出装置）
1 d 磁気記憶装置（記録媒体）
2 ビデオカメラ
1 0 1、1 2 1、1 3 1 画像データ受信部（画像入力手段）
1 0 2、1 2 2、1 3 2 テンプレート記憶部（テンプレート記憶手段）
2 0 2、3 0 2 エッジ画像生成部（エッジ画像生成手段）
2 0 3 中心探索部（検出手段）
3 0 4 中心決定部（検出手段）
3 0 3 投票処理部（重ね合わせ手段、カウント手段）
4 0 1 明度画像生成部（明度画像生成手段）
4 0 4 頭部位置検出部（検出手段）
C K 1、C K 2 円弧（開曲線）
E G、E G 1、E G 2 エッジ（開曲線）
G 画像
G E エッジ画像
H 歩行者（目標の物体）
R N エッジ
R Y 1～R Y 4 領域
T P、T P 1、T P 2、T P 1 k、T P 2 k、T P 5 テンプレート

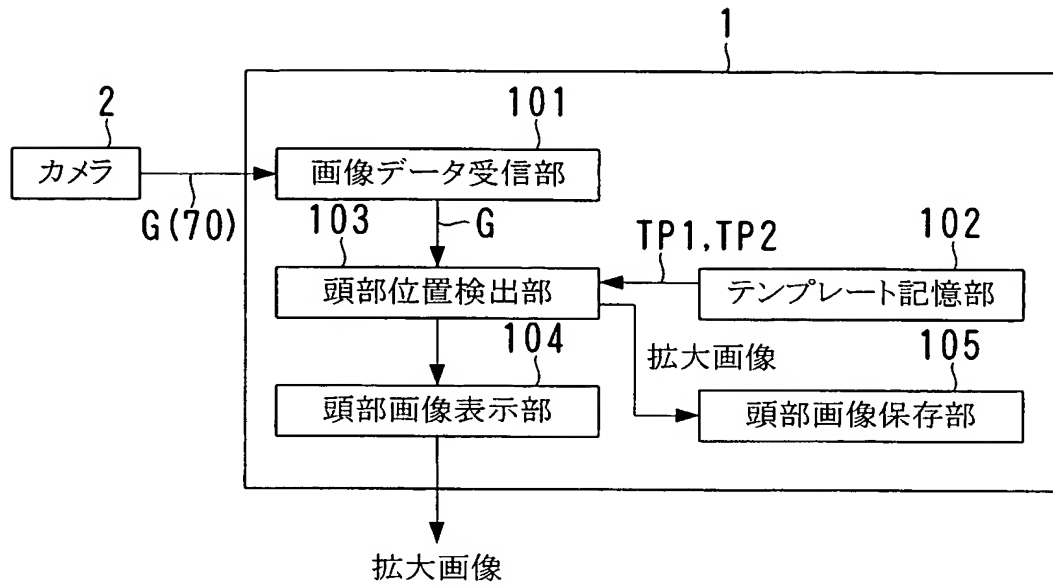
【書類名】 図面
【図 1】



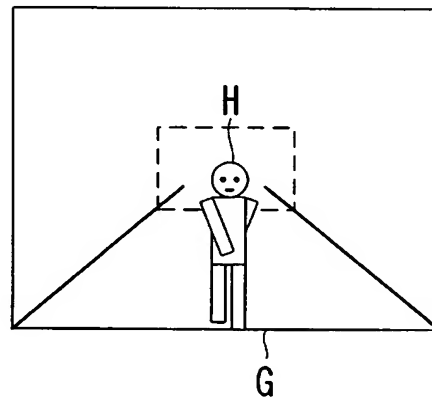
【図 2】



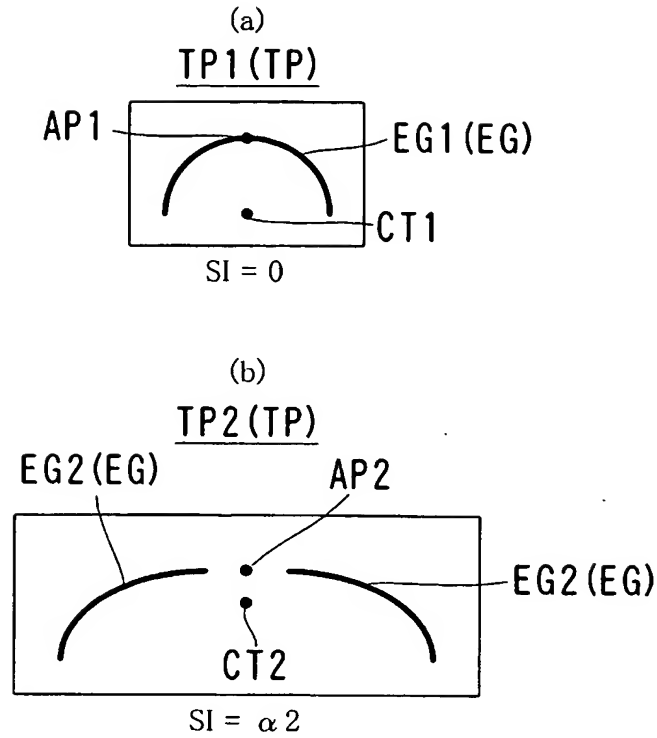
【図 3】



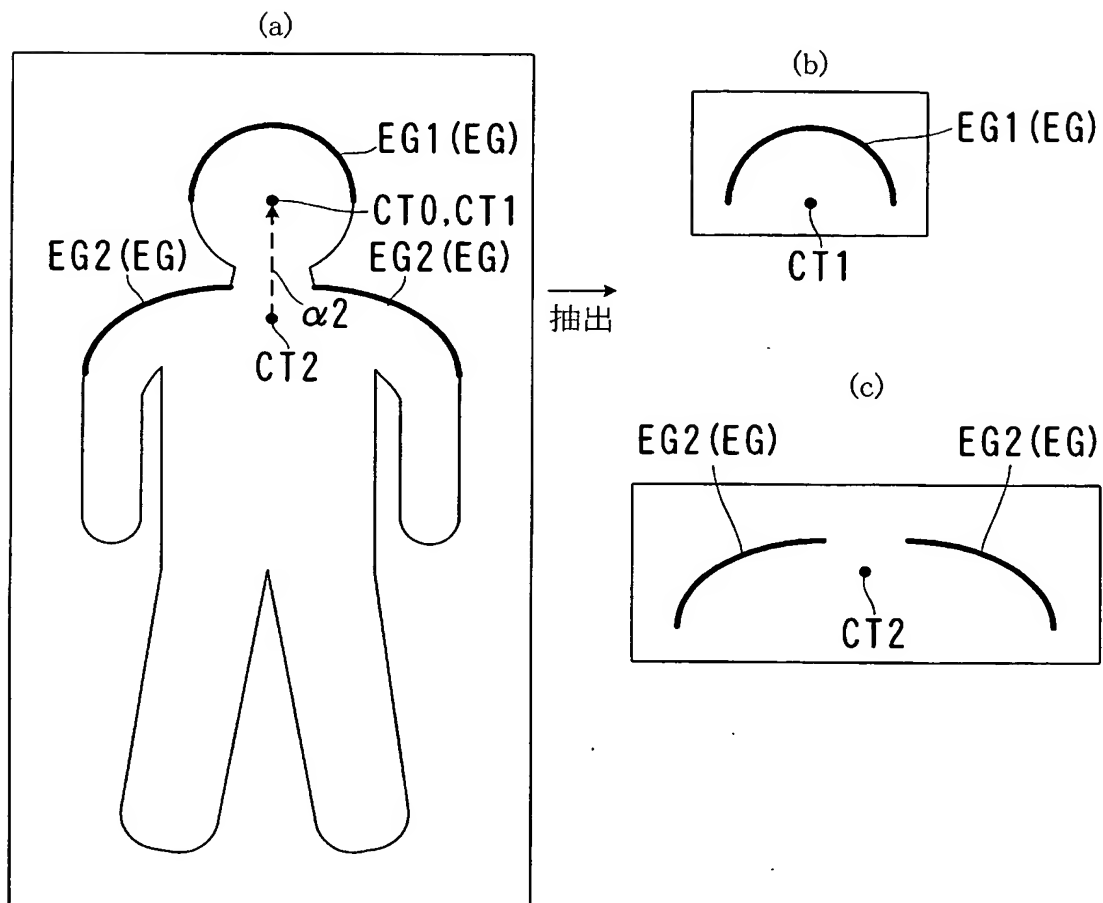
【図 4】



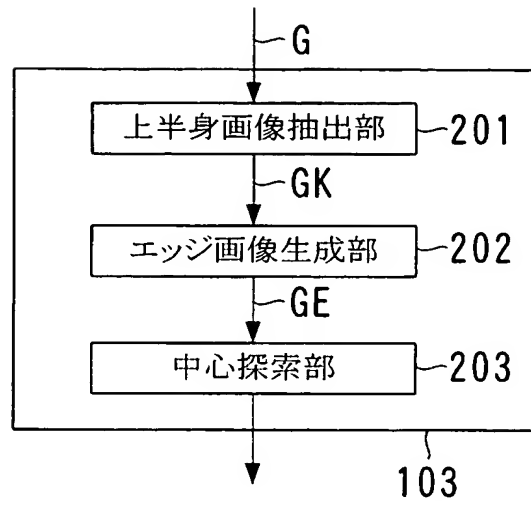
【図 5】



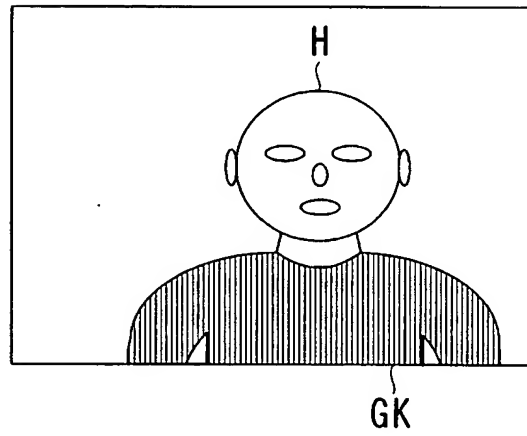
【図 6】



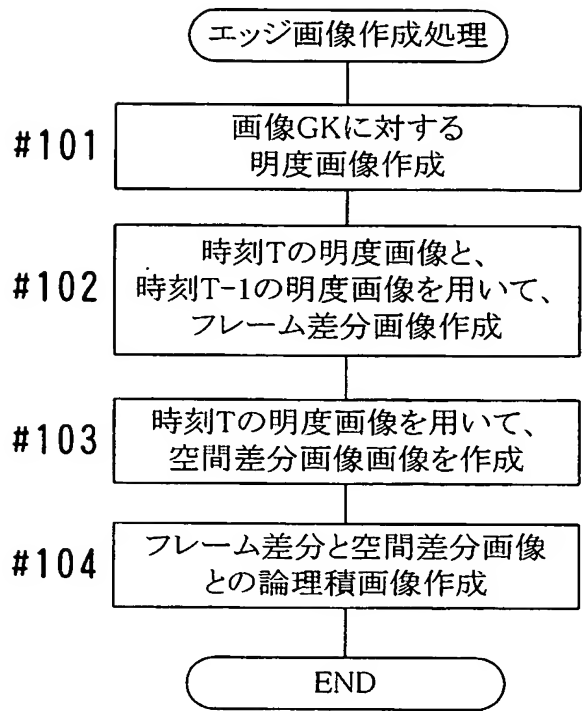
【図 7】



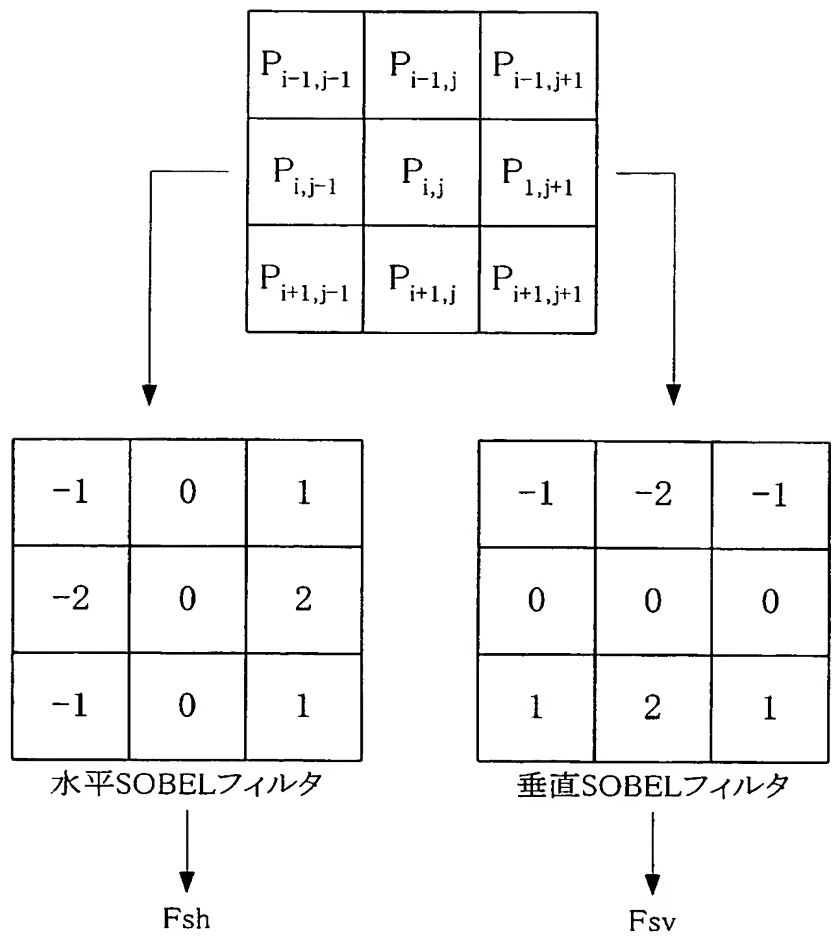
【図 8】



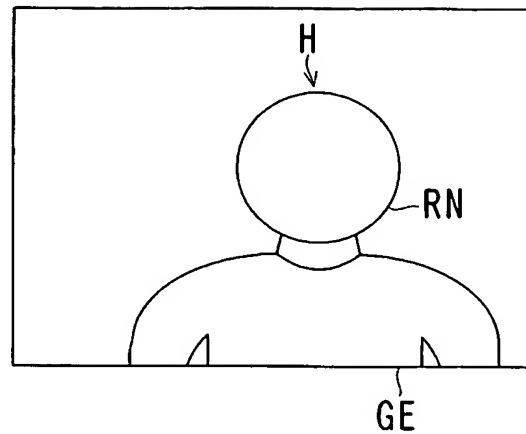
【図 9】



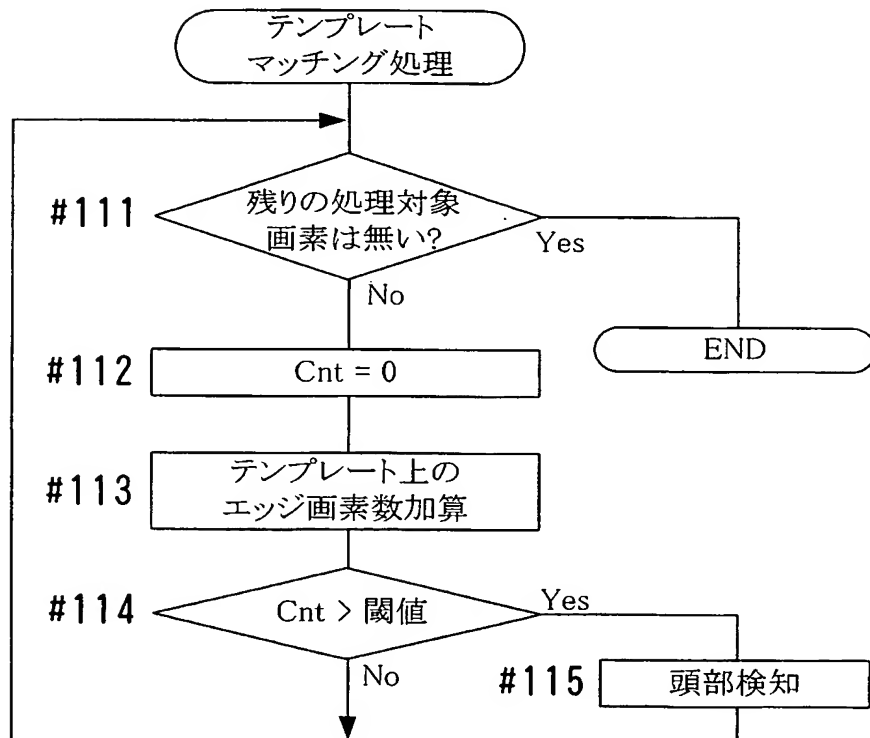
【図 10】



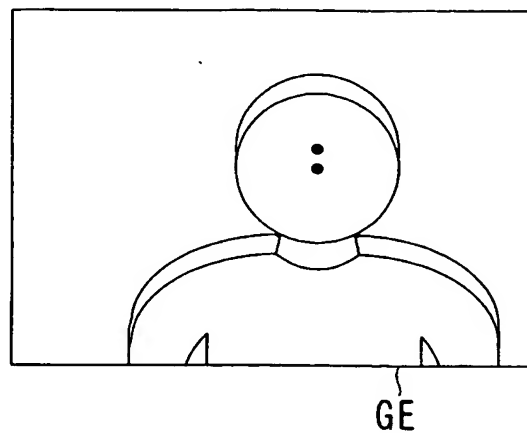
【図 11】



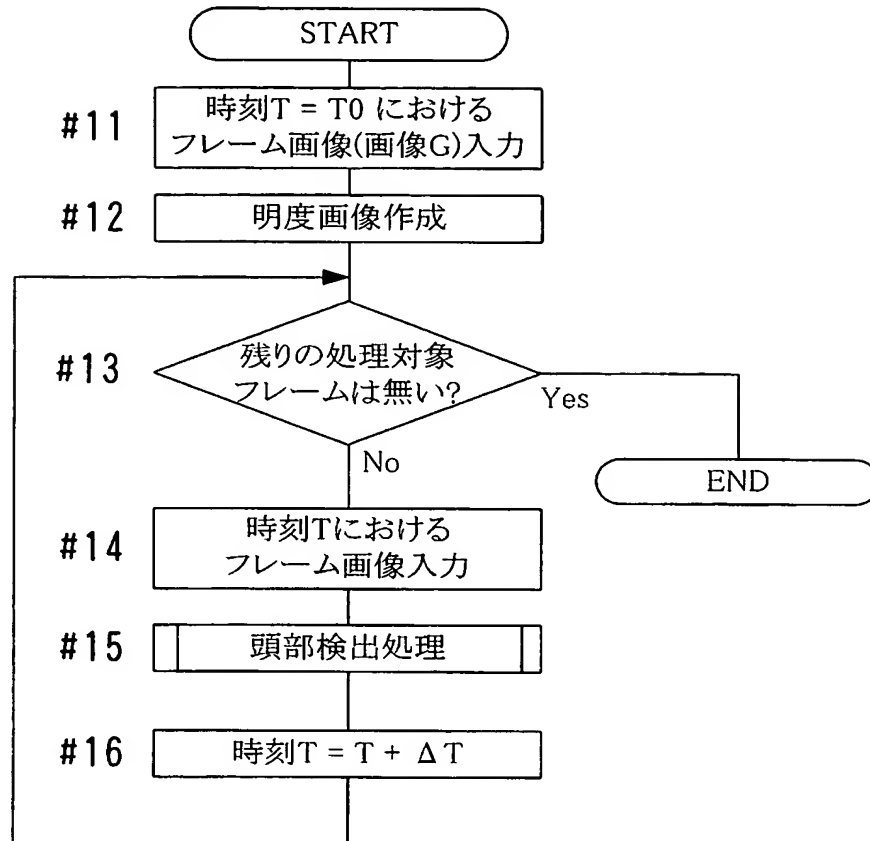
【図 12】



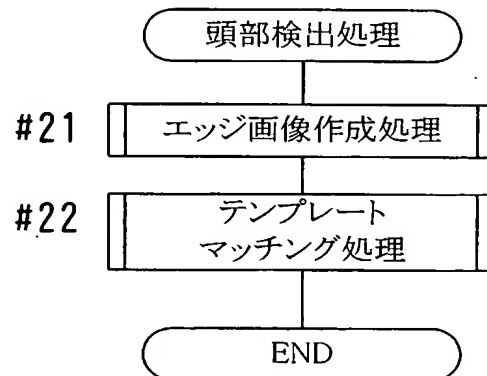
【図 13】



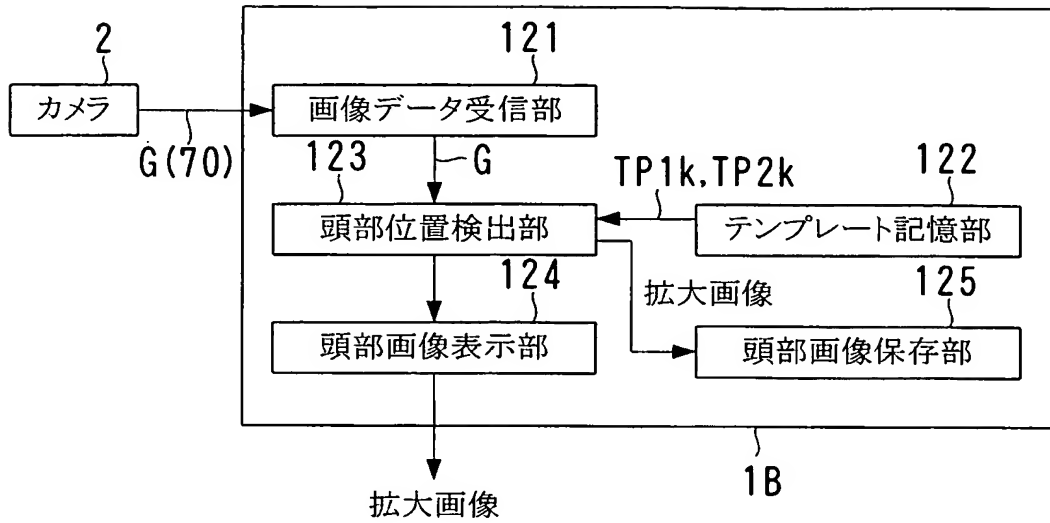
【図 14】



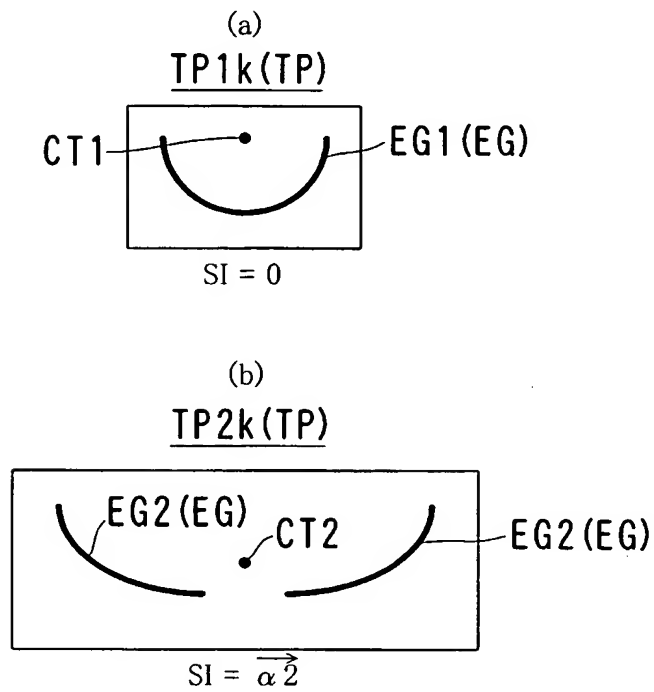
【図 15】



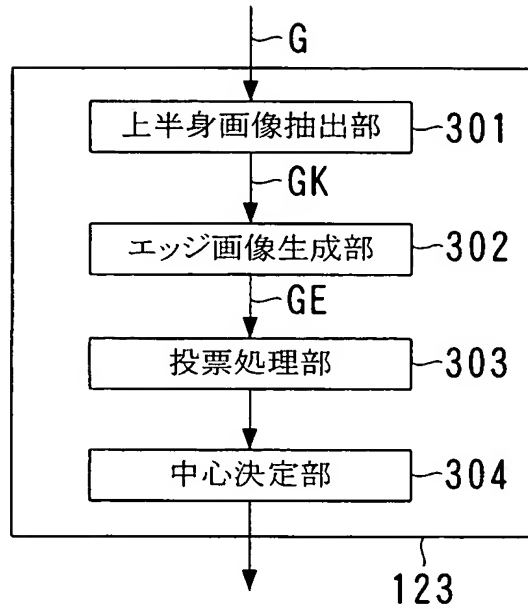
【図 16】



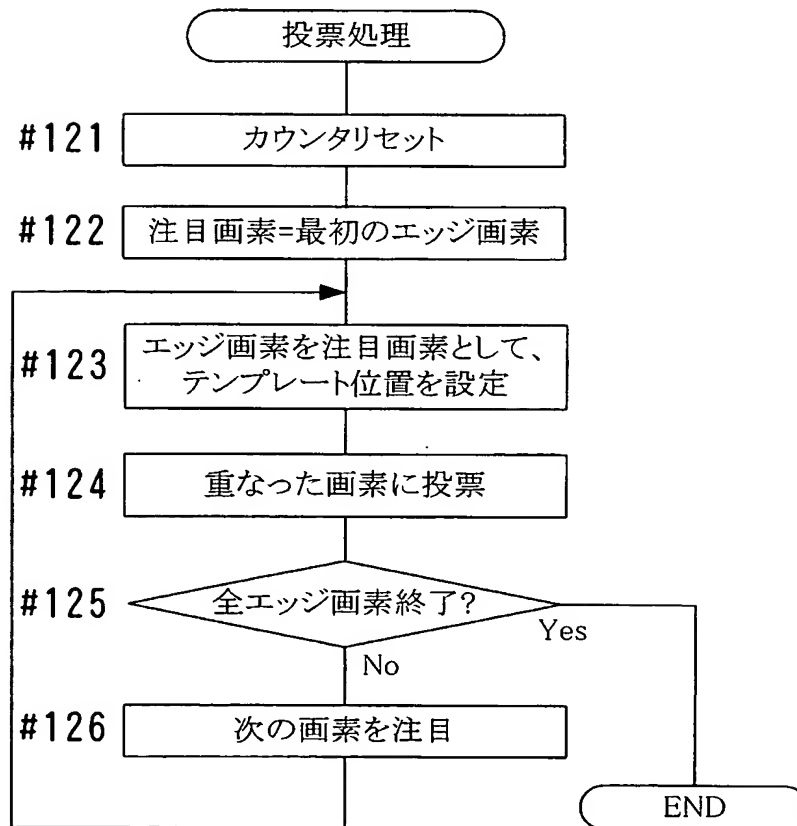
【図 17】



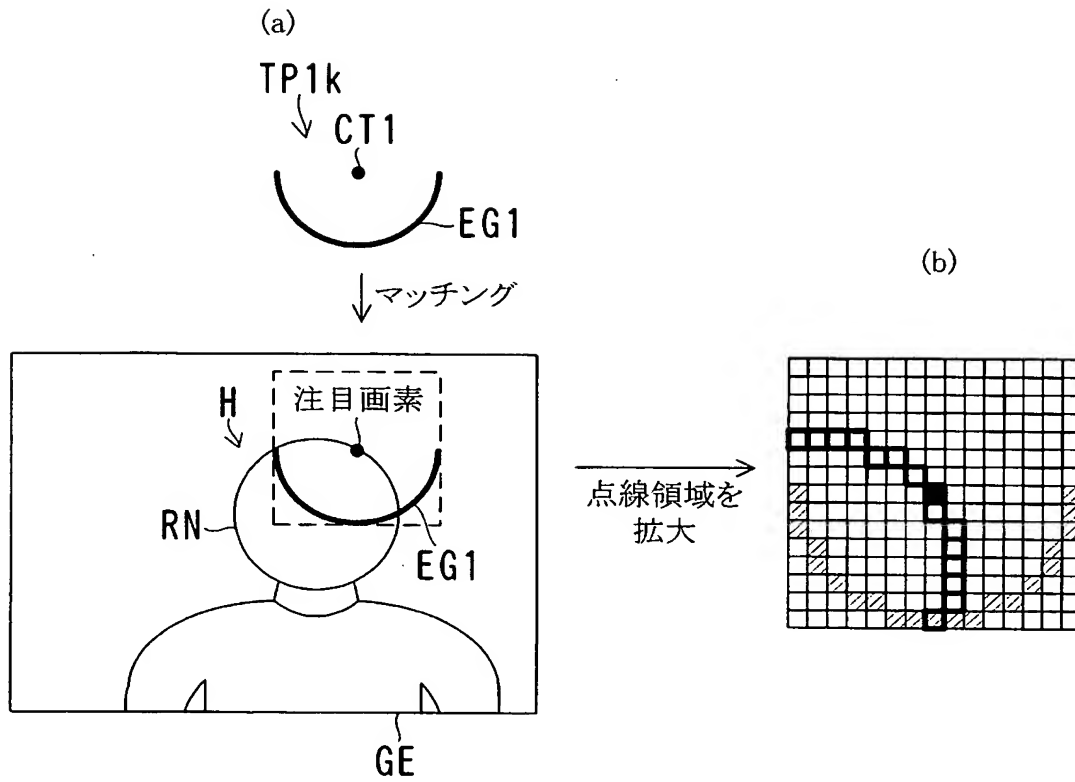
【図 18】



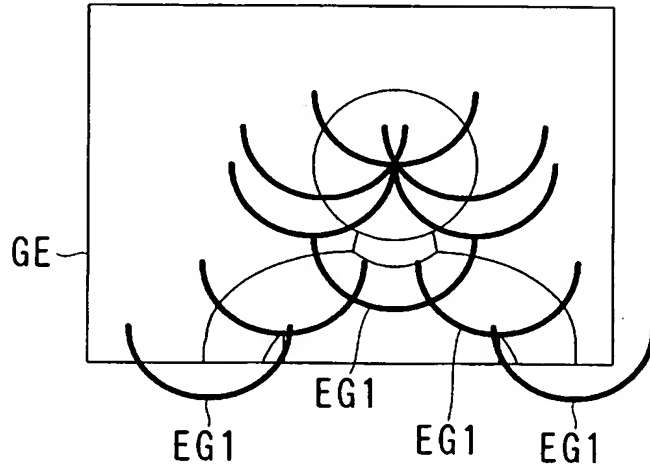
【図 19】



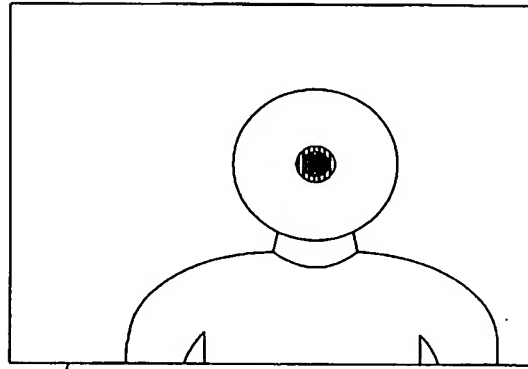
【図 20】



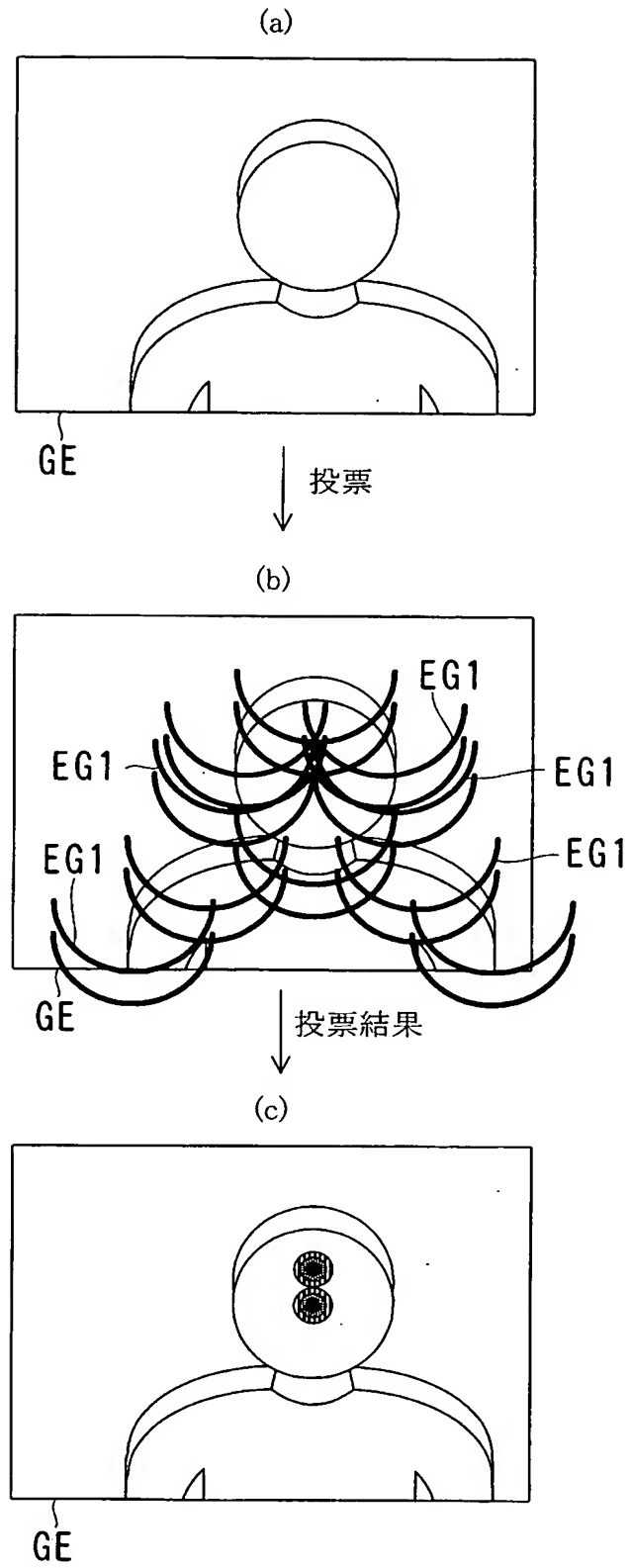
【図 21】



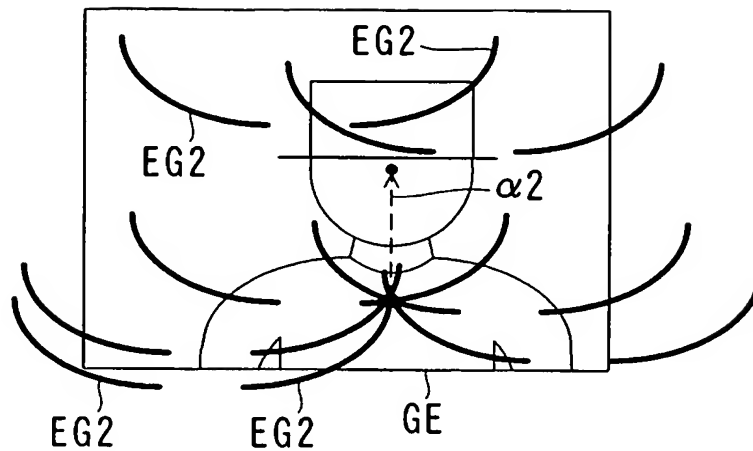
【図 22】



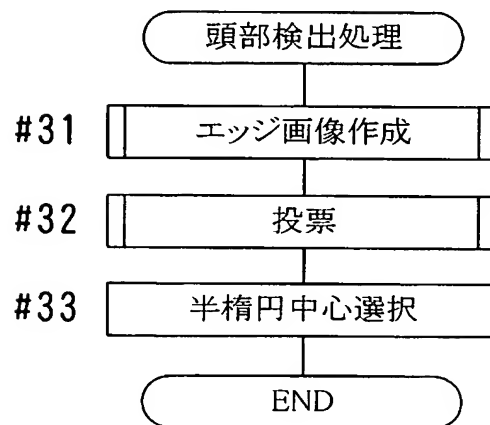
【図 23】



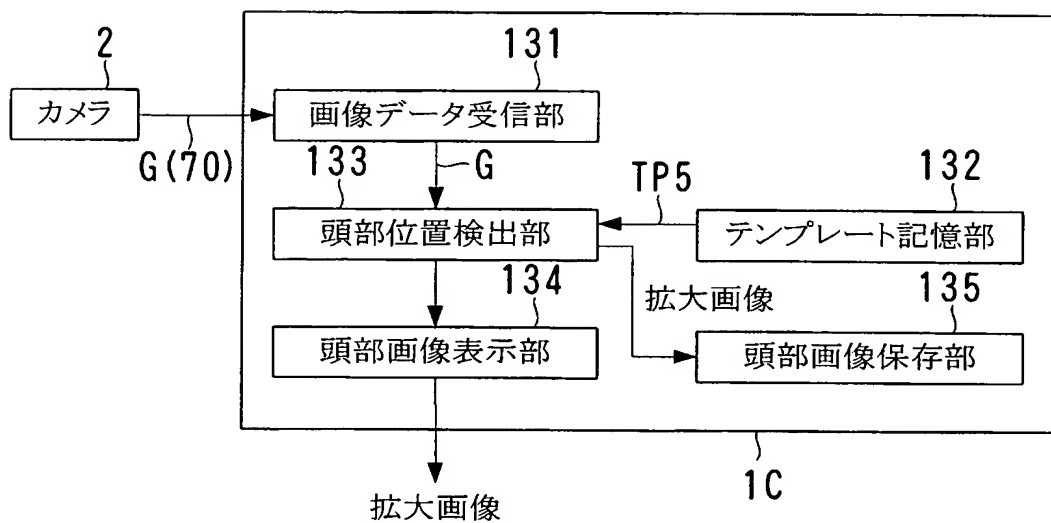
【図 24】



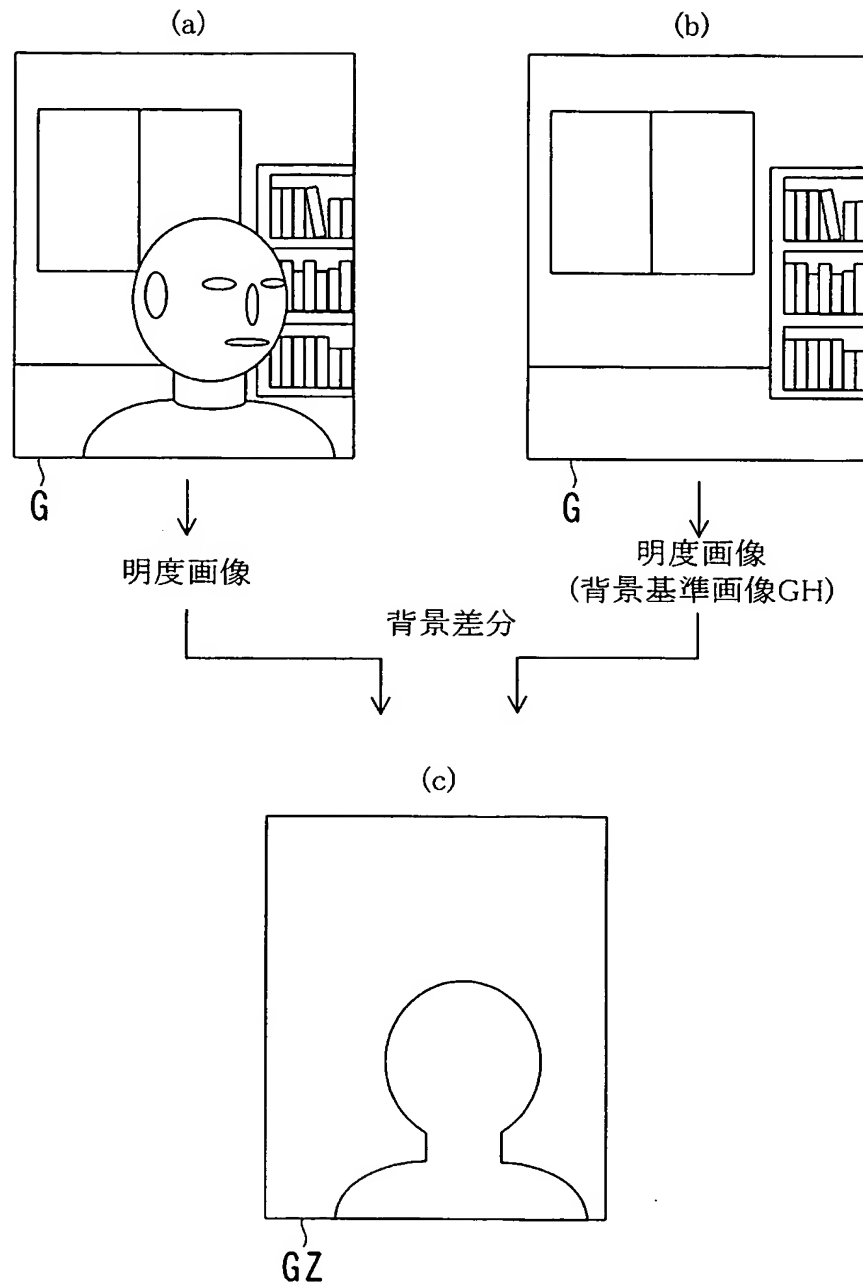
【図 25】



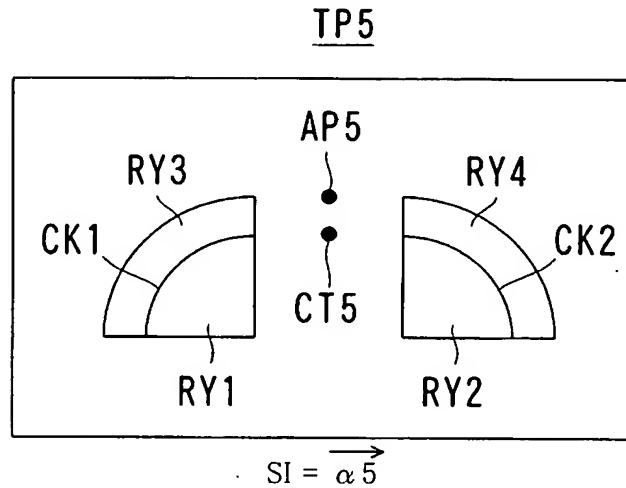
【図 26】



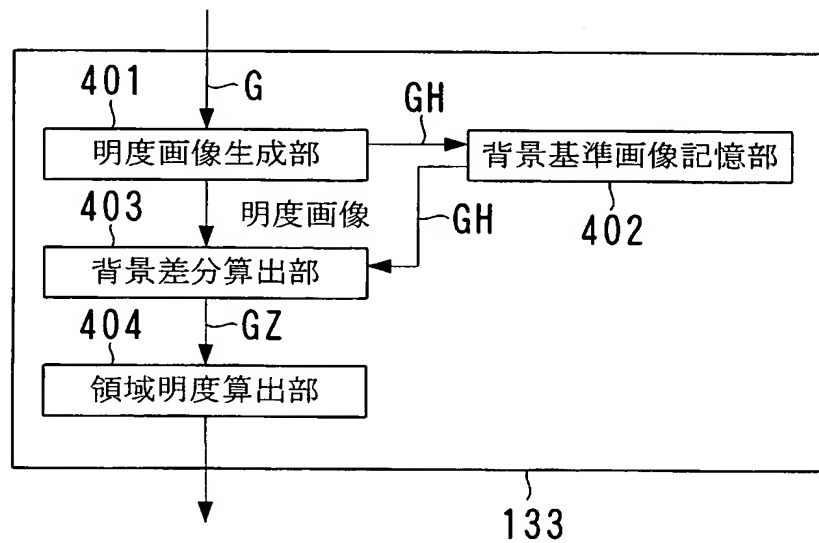
【図 27】



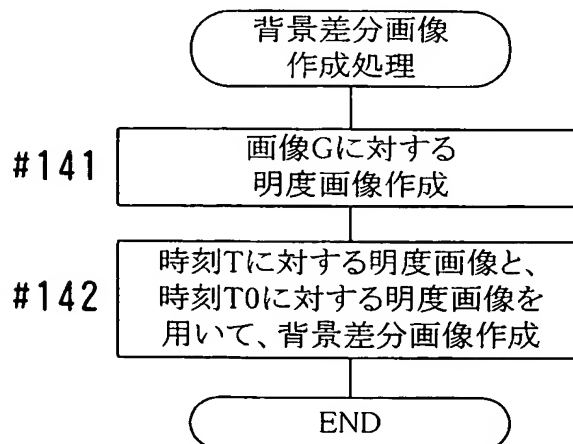
【図 2 8】



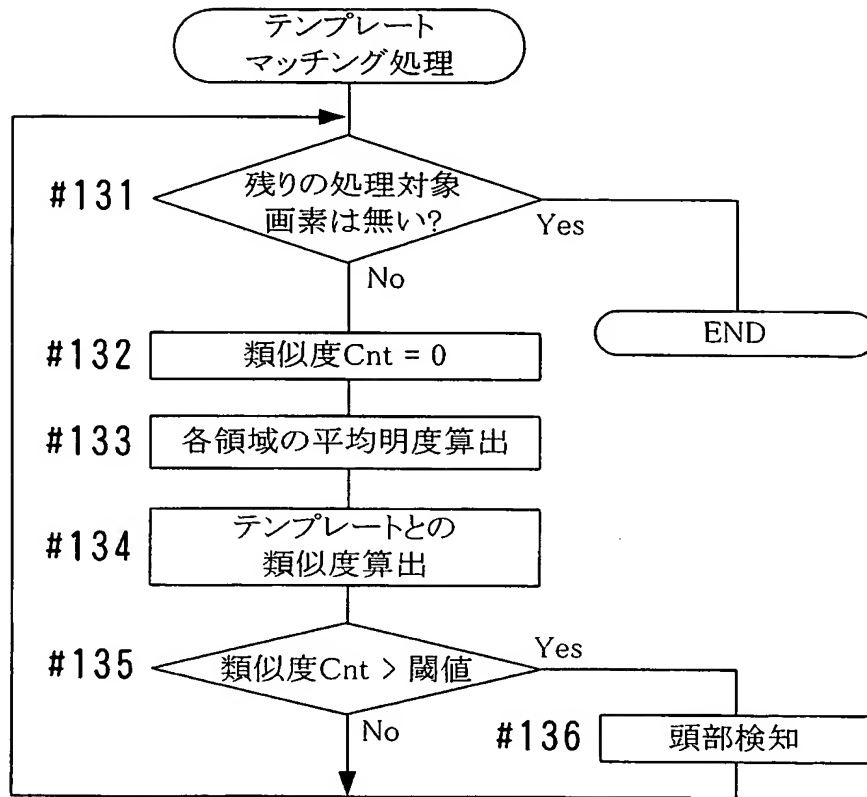
【図 2 9】



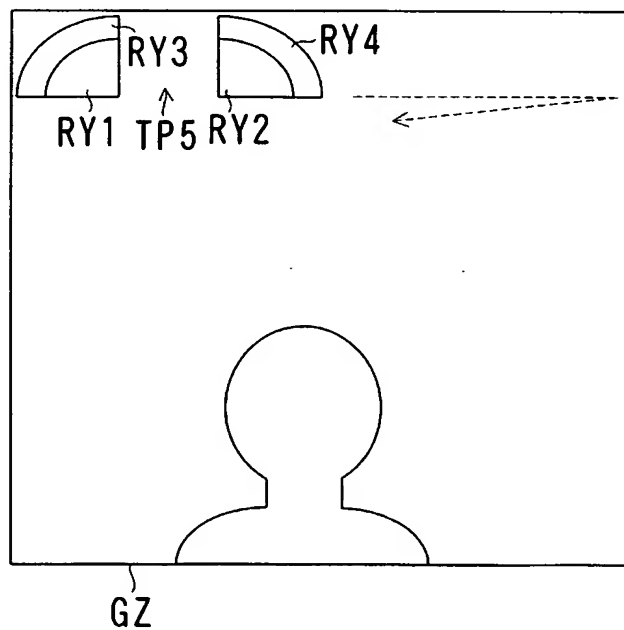
【図 3 0】



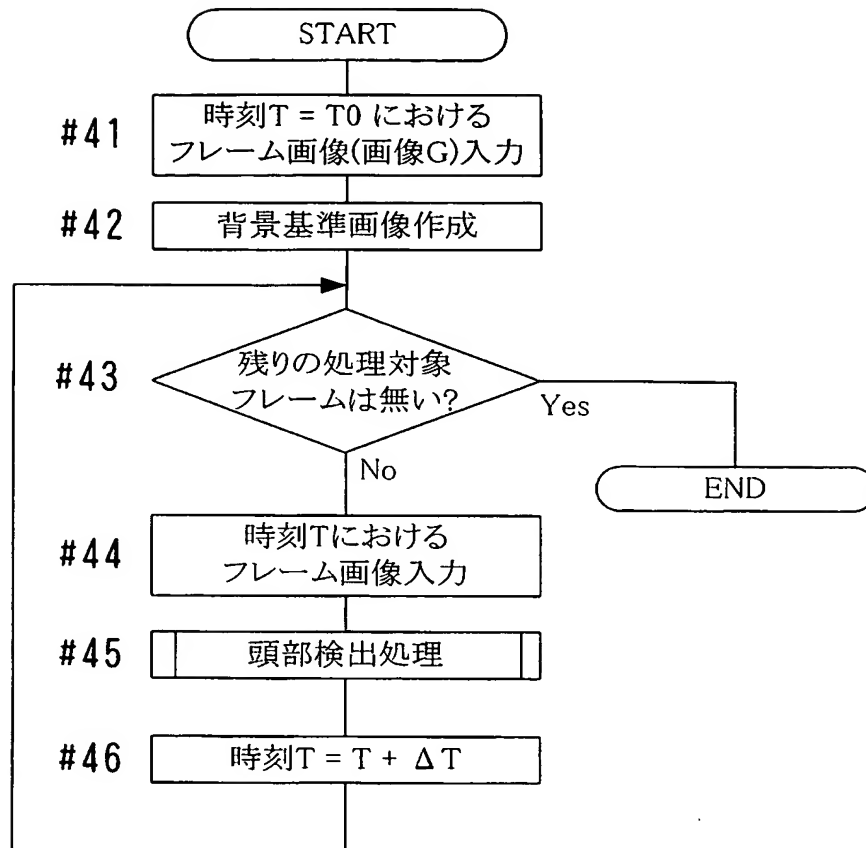
【図 3 1】



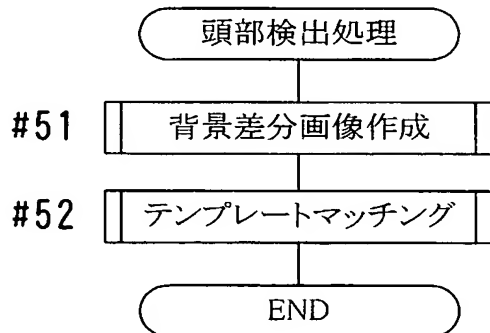
【図 3 2】



【図 3 3】



【図 3 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画像の中から目標の物体を従来よりも確実にかつ高速に検出する。

【解決手段】 画像の中から目標の物体を検出する人体検出装置 1 に、人のモデルの輪郭の一部または部位を表す 1 つまたは複数の開曲線からなるテンプレート T P を記憶するテンプレート記憶部 1 0 2 と、検出の対象とする画像を入力する画像データ受信部 1 0 1 と、入力された画像に対してテンプレート T P によるマッチングを行うことによって、その画像の中から人を検出する頭部位置検出部 1 0 3 と、を設ける。

【選択図】 図 3

出願人履歷情報

$$[0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 2 \ 7 \ 0]$$

2003年 8月 4日

名称变更

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

コニカミノルタホールディングス株式会社

2003年 8月21日

住所変更

東京都千代田区丸の内一丁目6番1号

コニカミノルタホールディングス株式会社